

Изобретение относится к области трубного производства и, в частности, к термомеханической обработке бесшовных труб на стане поперечно-винтовой прокатки.

Известен способ термомеханической обработки труб, включающий горячую деформацию на стане поперечно-винтовой прокатки и охлаждение водой выходящей из очага деформации трубы одновременно изнутри и снаружи. При этом степень деформации трубы при горячей прокатке составляет 3 - 5%, а охлаждение водой производят непосредственно на выходной стороне стана до тех пор, пока температура трубы по всей ее длине не достигнет комнатной [1].

При использовании данного способа трубы по длине не имеют равномерной структуры, а, следовательно, и механические свойства по длине трубы также неравномерны. Это связано с тем, что после завершения процесса раскатки труба через короткое время перестает вращаться, в результате чего условия охлаждения задней части трубы существенно ухудшаются как по периметру, так и по длине охлаждаемого заднего конца на длине очага охлаждения. Кроме того, при малых степенях деформации при раскатке происходит полное удаление окалины с поверхностей трубы и не обеспечивается уменьшение поперечной разностенности труб, что также снижает равномерность структуры и свойств готовых труб, а также ухудшает их точность.

Задачей данного изобретения является создание способа термомеханической обработки труб, в котором путем изменения параметров деформации и режима охлаждения обеспечивается повышение равномерности структуры и свойств обработанных труб, а также уменьшается их поперечная разностенность. Поставленная задача решена тем, что в способе, включающем горячую деформацию трубы на стане поперечно-винтовой прокатки и охлаждение водой выходящей из очага деформации трубы одновременно изнутри и снаружи, согласно изобретению степень деформации трубы составляет 6 - 12%, а охлаждение заднего конца трубы выполняют в две стадии, первая из которых осуществляется на выходной стороне стана до достижения металлом на заднем торце трубы температуры, соответствующей началу мартенситного превращения, а вторая стадия - вне стана, при этом скорость охлаждения заднего конца трубы на первой стадии превышает скорость его охлаждения на второй стадии в 10 - 20 раз.

Отличие предложенного способа от прототипа заключается в увеличении степени деформации, а также в осуществлении охлаждения в две стадии с указанным соотношением их скоростей.

Техническим результатом использования предлагаемого изобретения является повышение равномерности структуры и свойств обработанных труб при одновременном уменьшении поперечной их разностенности. Это достигается применением повышенной, по сравнению с прототипом, степени деформации на стане поперечно-винтовой прокатки, приводящей к уменьшению поперечной разностенности при одновременном полном удалении окалины с наружной и внутренней поверхности трубы. Последнее создает условие более интенсивного и равномерного ее охлаждения, что способствует повышению равномерности структуры и свойств металла труб

по длине.

Кроме того, применение двухстадийного охлаждения с заданным соотношением скоростей позволяет обеспечить стабильность температуры по всей длине и сечению трубы (отклонение не более 5 - 10°C), уменьшить длительность операции охлаждения при закалке в линии стана, упростить конструкцию механизмов выходной стороны, а также повысить производительность процесса.

На фиг.1, 2, 3 изображена схема осуществления предлагаемого способа, где на фиг.1 представлено положение трубы в период установившегося процесса деформации и охлаждения на стане поперечно-винтовой прокатки; на фиг.2 - после завершения процесса деформации; на фиг.3 - принципиальная схема второй стадии охлаждения, которую проводят вне линии стана.

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом.

Прокатанную, например, на автоматическом стане черновую трубу 1 подают на входную сторону стана поперечно-винтовой прокатки и рольгангом задают в валки 2. Деформируемая при температуре 850 - 950°C между валками 2, линейками (на фиг.1 и 2 не показаны) и оправкой 3, труба 1 со степенью деформации 6 - 12% с чистыми от окалины поверхностями интенсивно вращаясь, выходя из очага деформации, последовательно поступает на выходную сторону стана и подвергается охлаждению водой, попадая под одновременное действие наружного 4 и внутреннего 5 спрейеров за время ее вращательно-поступательного перемещения на длину очага охлаждения L.

После завершения процесса деформации, т.е. после выхода из стана, труба 1 некоторое время продолжает вращаться вместе с оправкой 3 и стержнем-спрейером 5, одновременно охлаждаясь. Охлаждение заднего конца трубы водой на выходной стороне стана проводят до достижения задним торцом трубы температуры начала мартенситного превращения, после чего первая стадия охлаждения завершена и трубу удаляют с линии стана. При этом оправка со стержнем, совмещенным с внутренним спрейером, опирается на желоб 6, а труба - на вкладыши 8 центрователей, расположенных на выходной стороне стана.

Затем осуществляют вторую стадию охлаждения, согласно которой трубу 1 охлаждают снаружи спрейером 4 и изнутри мониторным соплом 7. Возможным вариантом второй стадии охлаждения является охлаждение трубы водой в механизированной ванне с обязательным ее вращением в процессе охлаждения. Охлаждение прекращают после достижения всей трубой по длине и сечению комнатной температуры. После этого из полости охлажденной трубы удаляют остатки воды и подают ее на дальнейшую обработку (отпуск, теплые калибрование и правку).

Регулируя расход и давление воды при охлаждении, как на стане (первая стадия), так и вне стана (вторая стадия), поддерживают соотношение скоростей охлаждения таким образом, чтобы скорость охлаждения на первой стадии превышала скорость охлаждения на второй стадии в 10 - 20 раз.

Предлагаемый способ был опробован в линии ТПУ 250 при термомеханической обработке

черновых труб размером 168 × 10мм из малоуглеродистой стали марки 20 по различным вариантам обработки, основные параметры и результаты которых представлены в таблице. Режим 6 - деформация и охлаждение по прототипу.

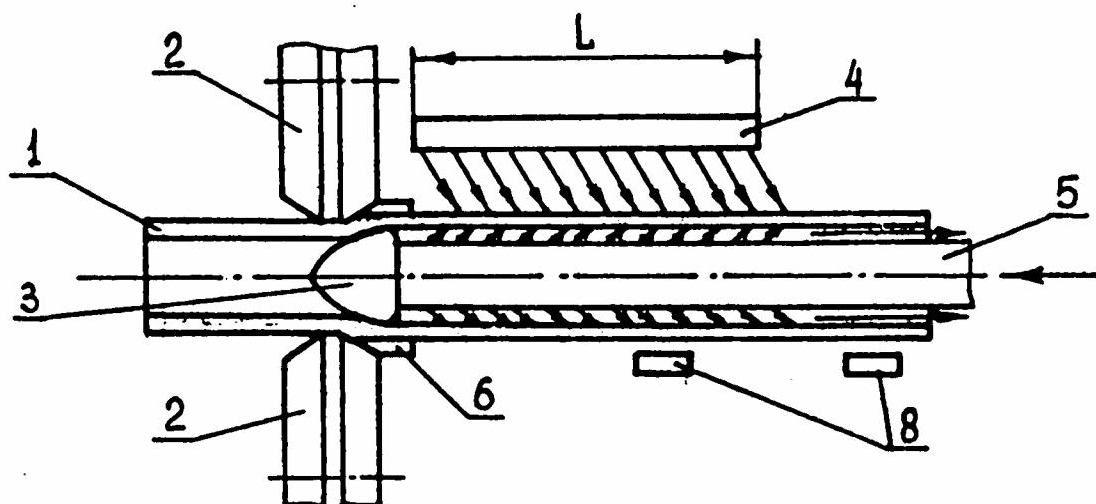
Экспериментально определенное время охлаждения заднего торца трубы до температуры начала мартенситного превращения (~380 - 400°С) для режимов 1, 2, 3 и 5 составляет примерно 1,6 - 3,3с, а для режимов 4 и 6, из-за неполного удаления окалины при горячей деформации на стане и резкого снижения в связи с этим скорости охлаждения, оно увеличивается до 4,6 - 5,0с. Такое увеличение длительности охлаждения неизбежно приводит к тому, что в результате прекращения вращения трубы после завершения процесса деформации (которое, по экспериментальным данным, наступает через 1,5 - 2,5с) существенно ухудшается равномерность охлаждения задней части трубы по длине (в данном случае на длине очага охлаждения - 4м) и периметру, в результате чего в структуре металла труб кроме мартенсита появляются значительные по объему участки бейнита и феррита, что приводит к снижению предела текучести в этой части трубы до 1045 и 959Н/мм<sup>2</sup> для режимов 4 и 6 соответственно.

Как видно из данных таблицы, увеличение степени деформации на стане до 6 - 14% способствует полному удалению окалины, за счет чего возрастают скорость охлаждения трубы и появляется возможность за короткое время первой стадии обеспечить равномерное охлаждение задней части трубы до температуры начала мартенситного превращения на ее заднем торце. В результате после двухстадийного охлаждения по режимам 1, 2, 3 и 5 на всей длине трубы удается получить мартенситную структуру, равномерные и высокие значения прочностных характеристик. Кроме того, уменьшается разностенность труб. Следует при этом отметить, что увеличение степени деформации более 12% (режим 5 в табл.) недопустимо, поскольку при деформации 14% часто наблюдалось винтообразное скручивание трубы, переводящее ее в окончательный брак.

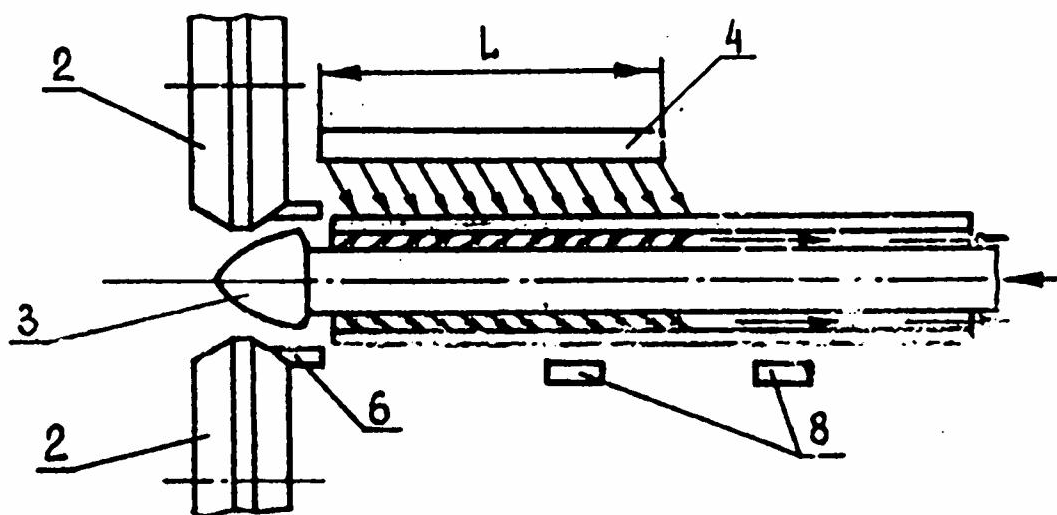
Таким образом, из данных испытаний следует, что предлагаемый способ (режимы 1, 2, 3 в табл.) по сравнению с прототипом (режим 6 в табл.) позволяет получать трубы с равномерными структурой и свойствами по их длине, а также уменьшить их поперечную разностенность.

Номер режима	Степень деформации, %	Скорость охлаждения, град/с		Соотношение скоростей охлаждения, $V_1/V_2$	Структура
		$V_1$ -на первой стадии	$V_2$ -на второй стадии		
1	6	150	15	10	мартенсит
2	9	225	15	15	мартенсит
3	12	300	15	20	мартенсит
4	4	108	12	9	мартенсит, бейнит
5	14	315	15	21	феррит, мартенсит
6	3	100		-	мартенсит, бейнит, феррит

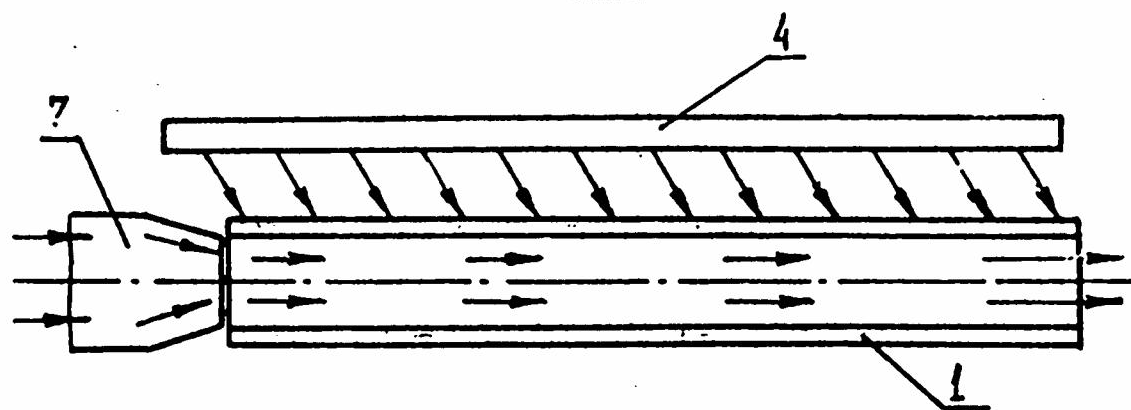
Примечание: Механические свойства, структура и геометрические параметры переднем, заднем концах трубы и посередине ее длины.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3